

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003998

International filing date: 08 March 2005 (08.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-108608  
Filing date: 01 April 2004 (01.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP2005/003998

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10.3.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2004年 4月 1日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2004-108608

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

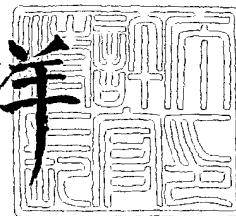
J P 2004-108608

出 願 人  
Applicant(s): 東洋通信機株式会社

2005年 4月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2005-303660

【書類名】 特許願  
【整理番号】 03-207  
【あて先】 特許庁長官殿  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目 1 番 1 号  
                        東洋通信機株式会社内  
    【氏名】 森田 孝夫  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目 1 番 1 号  
                        東洋通信機株式会社内  
    【氏名】 大脇 卓弥  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003104  
    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目 4 8 4 番地  
    【氏名又は名称】 東洋通信機株式会社  
    【代表者】 吉川 英一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 053947  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

圧電基板と、該圧電基板上に形成され A1 又は A1 を主成分とする合金からなる IDT とを備え、励振波を SH 波とした弾性表面波デバイスであって、

前記圧電基板は、回転 Y カット水晶基板のカット角  $\theta$  を結晶 Z 軸より反時計方向に  $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$  の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶 X 軸に対し  $90^\circ \pm 5^\circ$  とした水晶平板であり、

励振する弾性表面波の波長を  $\lambda$  とした時、前記 IDT の波長で基準化した電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  とすることを特徴とした弾性表面波デバイス。

## 【請求項 2】

前記弾性表面波デバイスは、カット角  $\theta$  及び電極膜厚  $H/\lambda$  が、 $0.9613 \leq -18.498 \times (H/\lambda)^2 + 1.2629 \times (H/\lambda) - 0.019255 \times \theta \leq 1.0387$  を満足するように設定されていることを特徴とした請求項 1 に記載の弾性表面波デバイス。

。

## 【請求項 3】

圧電基板と、該圧電基板上に形成され A1 又は A1 を主成分とする合金からなる IDT とを備え、励振波を SH 波とした弾性表面波デバイスであって、

前記圧電基板は、回転 Y カット水晶基板のカット角  $\theta$  を結晶 Z 軸より反時計方向に  $-55.7^\circ \leq \theta \leq -50.2^\circ$  の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶 X 軸に対し  $90^\circ \pm 5^\circ$  とした水晶平板であり、

励振する弾性表面波の波長を  $\lambda$  とした時、前記 IDT の波長で基準化した電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.05 < H/\lambda < 0.10$  とすることを特徴とした弾性表面波デバイス。

## 【請求項 4】

前記弾性表面波デバイスは、カット角  $\theta$  及び電極膜厚  $H/\lambda$  が、 $0.9845 \leq -18.518 \times (H/\lambda)^2 + 1.2643 \times (H/\lambda) - 0.019277 \times \theta \leq 1.0155$  を満足するように設定されていることを特徴とした請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

。

## 【請求項 5】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板上に IDT を少なくとも 1 個配置した 1 ポートの弾性表面波共振子であることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【請求項 6】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板の弾性表面波の伝搬方向に沿って IDT を少なくとも 2 個配置した 2 ポートの弾性表面波共振子であることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【請求項 7】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板の弾性表面波の伝搬方向に対して複数個の弾性表面波共振子を平行に近接配置した横結合型多重モードフィルタであることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【請求項 8】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板の弾性表面波の伝搬方向に沿って複数個の IDT からなる 2 ポートの弾性表面波共振子を配置した縦結合型多重モードフィルタであることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【請求項 9】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板上に複数個の弾性表面波共振子を梯子状に接続したラダー型弾性表面波フィルタであることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

## 【請求項 10】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板上に弾性表面波を双方向に伝搬させる IDT を所定の間隔を空けて複数個配置したトランスバーサル SAW フィルタであることを特徴

とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 1 1】

前記弾性表面波デバイスは、前記圧電基板上に弾性表面波を一方向に伝搬させる I D T を少なくとも 1 つ配置したトランスバーサル S A W フィルタであることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 1 2】

前記弾性表面波デバイスは、弾性表面波センサであることを特徴とした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 1 3】

前記弾性表面波デバイスは、I D T の両側にグレーティング反射器を有することを特徴とした請求項 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の弾性表面波デバイスを用いたモジュール装置、又は発振回路。

【書類名】明細書

【発明の名称】弾性表面波デバイス

【技術分野】

【0001】

本発明は、水晶基板を用いた弾性表面波デバイスにおいて、デバイスサイズを小型にし、Q値を高め、周波数温度特性を改善した弾性表面波デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、弾性表面波 (Surface Acoustic Wave: 以下、SAW) デバイスは移動体通信用端末や車載用機器等の部品として幅広く利用され、小型であること、Q値が高いこと、周波数安定性が優れていることが強く要求されている。

【0003】

これらの要求を実現する SAW デバイスとして、STカット水晶基板を用いた SAW デバイスがある。STカット水晶基板は結晶X軸を回転軸としてXZ面を結晶Z軸より反時計方向に  $42.75^\circ$  回転した面 (XZ'面) を持つ水晶板のカット名であり、結晶X軸方向に伝搬するレイリー波と呼ばれる (P+SV) 波である SAW (以下、STカット水晶 SAW と称す) を利用する。STカット水晶 SAW デバイスの用途は、発振素子として用いられる SAW 共振子や、移動体通信端末の RF 段と IC 間に配置される IF 用フィルタなど幅広く存在する。

【0004】

STカット水晶 SAW デバイスが小型でQ値の高いデバイスを実現できる理由として、SAW の反射を効率良く利用できる点が挙げられる。以下、図10に示す STカット水晶 SAW 共振子を例に説明する。該 STカット水晶 SAW 共振子は、STカット水晶基板 101 上にそれぞれ互いに間挿し合う複数本の電極指を有するくし形電極 (以下、IDT と称す) 102 を配置し、該 IDT 102 の両側に SAW を反射する為のグレーティング反射器 103a、103b を配置した構造である。STカット水晶 SAW は圧電基板の表面に沿って伝搬する波であるので、グレーティング反射器 103a、103b により効率良く反射され、SAW のエネルギーを IDT 102 内に十分閉じ込めることができるので、小型で且つQ値の高いデバイスが得られる。

【0005】

更に、SAW デバイスを使用する上で重要な要素に周波数温度特性がある。上述の ST カット水晶 SAW においては、周波数温度特性の1次温度係数が零であり、その特性は2次曲線で表され、頂点温度を使用温度範囲の中心に位置するように調整すると周波数変動量が格段に小さくなるので周波数安定性に優れていることが一般的に知られている。

【0006】

しかしながら、前記 ST カット水晶 SAW デバイスは、1次温度係数は零であるが、2次温度係数は  $-0.034 \text{ (ppm/}^\circ\text{C}^2)$  と比較的大きいので、使用温度範囲を拡大すると周波数変動量が極端に大きくなってしまいう問題があった。

【0007】

前記問題を解決する手法として、Meirion Lewis, "Surface Skimming Bulk Wave, SSBW", IEEE Ultrasonics Symp. Proc., pp.744~752 (1977) 及び特公昭 62-016050 号に開示された SAW デバイスがある。この SAW デバイスは、図11に示すように回転 Y カット水晶基板のカット角  $\theta$  を結晶Z軸より反時計方向に  $-50^\circ$  回転した付近に設定し、且つ、SAW の伝搬方向を結晶X軸に対して垂直方向 (Z'軸方向) にしたことが特徴である。なお、前述のカット角をオイラー角で表示する場合は  $(0^\circ, \theta + 90^\circ, 90^\circ) = (0^\circ, 40^\circ, 90^\circ)$  となる。この SAW デバイスは、圧電基板の表面直下を伝搬する SH 波を IDT によって励起し、その振動エネルギーを電極直下に閉じ込めることを特徴としていて、周波数温度特性が3次曲線となり、使用温度範囲における周波数変動量が極めて少なくなるので良好な周波数温度特性が得られる。

【0008】

しかしながら、前記SH波は基本的に基板内部に潜って進んでいく波である為、圧電基板表面に沿って伝搬するSTカット水晶SAWと比較してグレーティング反射器によるSAWの反射効率が悪い。従って、小型で高QなSAWデバイスを実現し難いという問題がある。また、前述の先行文献においてもSAWの反射を利用しない遅延線としての応用については開示されているものの、SAWの反射を利用する手段は提案されておらず実用は困難であると言われていた。

#### 【0009】

この問題を解決すべく、特公平01-034411号では、図12に示すように回転Yカット水晶基板のカット角 $\theta$ を $-50^\circ$ 付近に設定し、SAWの伝搬方向を結晶X軸に対し垂直方向(Z'軸方向)にした圧電基板111上に $800 \pm 200$ 対もの多対のIDT112を形成することにより、グレーティング反射器を利用せずIDT112自体の反射だけでSAWエネルギーを閉じ込め高Q化を図った所謂多対IDT型SAW共振子が開示されている。

#### 【0010】

しかしながら、前記多対IDT型SAW共振子はグレーティング反射器を設けたSAW共振子と比較して効率的なエネルギー閉じ込め効果が得られず、高いQ値を得るのに必要なIDT対数が $800 \pm 200$ 対と非常に多くなってしまうので、STカット水晶SAW共振子よりもデバイスサイズが大きくなってしまい、近年の小型化の要求に応えることができないという問題があった。

#### 【0011】

また、前記特公平01-034411号に開示されているSAW共振子においては、IDTにて励振されたSAWの波長を $\lambda$ とした時、電極膜厚を $2\% \lambda$ 以上、好ましくは $4\% \lambda$ 以下にすることによりQ値を高めることができるとされており、共振周波数200MHzの場合、 $4\% \lambda$ 付近でQ値が飽和に達するが、その時のQ値は20000程度しか得られずSTカット水晶SAW共振子と比較してもほぼ同等のQ値しか得られない。この原因として、膜厚が $2\% \lambda$ 以上 $4\% \lambda$ 以下の範囲ではSAWが圧電基板表面に十分集まっていないので反射が効率良く利用できないことが考えられる。

【特許文献1】特公昭62-016050号

【特許文献2】特公平01-034411号

【非特許文献1】Meirion Lewis, "Surface Skimming Bulk Wave, SSBW", IEEE Ultrasonics Symp. Proc., pp.744~752 (1977)

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

解決しようとする問題点は、圧電基板にSTカット水晶基板を用いると周波数温度特性の2次温度係数が $-0.034$  (ppm/ $^\circ\text{C}^2$ )と大きいので実用上の周波数変動量が極端に大きくなってしまいう点であり、また特公平01-034411号に開示されているSAWデバイスの構造では、IDTの対数を非常に多くしなければならないのでデバイスサイズが大型になってしまう点である。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

上記課題を解決するために本発明に係るSAWデバイスの請求項1に記載の発明は、圧電基板と、該圧電基板上に形成されA1又はA1を主成分とする合金からなるIDTとを備え、励振波をSH波としたSAWデバイスであって、前記圧電基板は回転Yカット水晶基板のカット角 $\theta$ を結晶Z軸より反時計方向に $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$ の範囲に設定し、且つ、SAWの伝搬方向を結晶X軸に対し $90^\circ \pm 5^\circ$ とした水晶平板であり、励振するSAWの波長を $\lambda$ とした時、前記IDTの波長で基準化した電極膜厚 $H/\lambda$ を $0.04 < H/\lambda < 0.12$ としたことを特徴とする。

#### 【0014】

請求項2に記載の発明は、カット角 $\theta$ 及び電極膜厚 $H/\lambda$ が、 $0.9613 \leq -18.4$

$98 \times (H/\lambda)^2 + 1.2629 \times (H/\lambda) - 0.019255 \times \theta \leq 1.0387$ を満足するように設定されていることを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載の発明は、圧電基板と、該圧電基板上に形成されA1又はA1を主成分とする合金からなるIDTとを備え、励振波をSH波としたSAWデバイスであって、前記圧電基板は回転Yカット水晶基板のカット角 $\theta$ を結晶Z軸より反時計方向に $-55.7^\circ \leq \theta \leq -50.2^\circ$ の範囲に設定し、且つ、SAWの伝搬方向を結晶X軸に対し $90^\circ \pm 5^\circ$ とした水晶平板であり、励振するSAWの波長を $\lambda$ とした時、前記IDTの波長で基準化した電極膜厚 $H/\lambda$ を $0.05 < H/\lambda < 0.10$ としたことを特徴とする。

【0016】

請求項4に記載の発明は、前記SAWデバイスは、カット角 $\theta$ 及び電極膜厚 $H/\lambda$ が、 $0.9845 \leq -18.518 \times (H/\lambda)^2 + 1.2643 \times (H/\lambda) - 0.019277 \times \theta \leq 1.0155$ を満足するように設定されていることを特徴とする。

【0017】

請求項5乃至12に記載の発明は、前記SAWデバイスは、1ポートSAW共振子、2ポートSAW共振子、横結合型多重モードフィルタ、縦結合型多重モードフィルタ、ラダー型SAWフィルタ、SAWを双方向或いは一方向に伝搬させるIDTを配置したトランスバーサルSAWフィルタ、又はSAWセンサのいずれかであることを特徴とする。

【0018】

請求項13に記載の発明は、前記SAWデバイスはIDTの両側にグレーティング反射器を有することを特徴とする。

【0019】

請求項14に記載の発明は、請求項1乃至13のいずれかに記載のSAWデバイスを用いたモジュール装置、又は発振回路であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明の請求項1及び3に記載のSAWデバイスは、カット角 $\theta$ が $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$ 、好ましくは $-55.7^\circ \leq \theta \leq -50.2^\circ$ の範囲にある回転Yカット水晶基板を用い、SAWの伝搬方向が結晶X軸に対して $90^\circ \pm 5^\circ$ として励振されるSH波を用い、IDTやグレーティング反射器の電極材料をA1またはA1を主とした合金にて構成し、波長で基準化した電極膜厚 $H/\lambda$ を $0.04 < H/\lambda < 0.12$ 、好ましくは $0.05 < H/\lambda < 0.10$ とすることで、本来基板内部に潜って進んでいく波を基板表面に集中させてグレーティング反射器等によりSAWの反射を効率良く利用できるようにしたので、STカット水晶SAWデバイスと比較して小型でQ値が高く、且つ周波数安定性が優れたSAWデバイスを提供することができる。

【0021】

請求項2及び4に記載の電極膜厚 $H/\lambda$ 及びカット角 $\theta$ の条件を満たすことにより、頂点温度 $T_p$ を実用的な使用温度範囲内に設定することができる。

【0022】

請求項5乃至12のいずれかに記載の種々の方式のSAWデバイスを用いれば、小型でQ値が高く、且つ周波数安定性が優れたSAWデバイスを提供することができる。

【0023】

請求項13に記載のSAWデバイスは、IDTの両側にグレーティング反射器を配置してSAWのエネルギーを前記IDT内に十分閉じ込めることができるので、小型でQ値が高いSAWデバイスを提供することができる。

【0024】

請求項14に記載のモジュール装置、又は発振回路は、本発明のSAWデバイスを用いているので小型で高性能なモジュール装置、又は発振回路を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】



以下、本発明を図面に図示した実施の形態例に基づいて詳細に説明する。図1(a)は本発明に係るSAW共振子の平面図を示しており、圧電基板1上に正電極指と負電極指とがそれぞれ互いに間挿し合うIDT2と、該IDT2の両側にSAWを反射する為のグレーティング反射器3a、3bとを配置する。そして、前記IDT2の入出力パッド4a、4bとパッケージ6の入出力用端子とを金属ワイヤ5a、5bにより電氣的に導通し、パッケージ6の開口部を蓋(リッド)で気密封止する。圧電基板1は、図12に示すように回転Yカット水晶基板のカット角 $\theta$ を結晶Z軸より反時計方向に $-50^\circ$ 回転した付近に設定し、SAWの伝搬方向を結晶X軸に対しほぼ垂直方向( $90^\circ \pm 5^\circ$ )にした水晶平板であって、励振するSAWはSH波である。なお、IDT2及びグレーティング反射器3a、3bの電極材料はA1又はA1を主成分とする合金である。また、図1(b)はIDT2の断面図を示しており、本実施例においてはIDT2上を励振するSAWの波長を $\lambda$ とした時に電極膜厚を波長で基準化した値 $H/\lambda$ で表す。

#### 【0026】

本発明においては、従来の欠点を鑑みて電極膜厚 $H/\lambda$ を従来より大きく設定することで、SAWを圧電基板表面に集中させて、グレーティング反射器によりSAWの反射を効率良く利用できるようにし、少ないIDT対数やグレーティング反射器本数でもSAWエネルギーをIDT内に閉じ込めるようにしてデバイスサイズの小型化を図った。

#### 【0027】

一般的にSAW共振子における最適設計とは、周波数温度特性が優れており、Qが高く且つ容量比 $\gamma$ の小さいもの、即ちfigure of merit ( $Q/\gamma$ ) が大きいことが重要である。ここで、本発明のSAW共振子の諸特性について調べた。図2は、図1に示すSAW共振子において、圧電基板1に $-51^\circ$ 回転Yカット $90^\circ$ X伝搬水晶基板(オイラー角表示では( $0^\circ, 39^\circ, 90^\circ$ ))を用い、共振周波数を315MHz、電極膜厚 $H/\lambda$ を0.06、IDT2の対数を100対、グレーティング反射器3a、3bの本数を各々100本とした場合の共振子の諸特性を表している。図2(a)にQ値、figure of merit、2次温度係数を、図2(b)に周波数温度特性を実際の試作結果に基づき示している。また、比較の為に、圧電基板のサイズを同じにしたSTカット水晶SAW共振子の諸特性を従来品として併記した。

#### 【0028】

図2より本発明のSAW共振子と従来のSTカット水晶SAW共振子とを比較すると、Q値が1.8倍強、figure of meritが約2倍と大きい値が得られている。また、周波数温度特性については、頂点温度 $T_p$ は約 $+25^\circ\text{C}$ が得られ、温度による周波数変動量は従来の約0.6倍程度に小さくなるという非常に優れた効果が確認された。

#### 【0029】

更に、本発明のSAW共振子はSTカット水晶SAW共振子よりも良好なQ値を保ちながら圧電基板のサイズを小型化できる。これは、本発明のSAW共振子の電極膜厚 $H/\lambda$ の増加に対するIDT又はグレーティング反射器でのSAWの反射量の増加分が、STカット水晶SAW共振子と比較して著しく大きいことに起因する。即ち、本発明のSAW共振子は電極膜厚 $H/\lambda$ を大きくすることで、STカット水晶SAW共振子よりも少ないIDT対数又はグレーティング反射器本数で高いQ値を実現可能である。

#### 【0030】

図3は本発明のSAW共振子における電極膜厚 $H/\lambda$ とQ値の関係を示したものであり、共振子設計条件は前述と同等である。同図より、 $0.04 < H/\lambda < 0.12$ の範囲においてSTカット水晶SAW共振子のQ値(=15000)を上回る値が得られることが分かる。更に、 $0.05 < H/\lambda < 0.10$ の範囲に設定することにより20000以上のもの高いQ値が得られる。

#### 【0031】

また、特公平01-034411号にある多対IDT型SAW共振子と本発明のSAW共振子のQ値を比較すると、特公平01-034411号で得られているQ値は共振周波数が207.561(MHz)における値であり、これを本実施例で適用している共振周

波数 315 (MHz) に変換すると Q 値は 15000 程度となり、ST カット水晶 SAW 共振子とはほぼ同等である。また、共振子のサイズを比較すると、特公平 01-03441 号の多対 IDT 型 SAW 共振子は  $800 \pm 200$  対もの対数が必要なのに対し、本発明では IDT とグレーティング反射器の両方で 200 対分の大きさで十分であるので格段に小型化できる。従って、電極膜厚を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  の範囲に設定し、グレーティング反射器を設けて効率良く SAW を反射することで、特公平 01-03441 号に開示されている多対 IDT 型 SAW 共振子よりも小型で且つ Q 値が高い SAW デバイスを実現できる。

#### 【0032】

次に、図 4 は本発明の SAW 共振子における電極膜厚  $H/\lambda$  と 2 次温度係数の関係を示したものであり、共振子設計条件は前述と同等である。同図より、高い Q 値が得られる  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  の範囲において ST カット水晶 SAW 共振子の 2 次温度係数  $-0.034$  (ppm/°C<sup>2</sup>) よりも良好な値が得られることが分かる。

#### 【0033】

以上より、電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  の範囲に設定することで、ST カット水晶 SAW デバイス及び特公平 01-03441 号に開示されている SAW デバイスよりも小型で Q 値が高く、且つ周波数安定性に優れた SAW デバイスを提供できる。

#### 【0034】

また、これまでカット角  $\theta$  を  $-51^\circ$  とした場合についてのみ示してきたが、本発明の SAW 共振子においてはカット角  $\theta$  を変えても膜厚依存性は大きく変化せず、 $-51^\circ$  から数度ずれたカット角においても電極膜厚を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  の範囲に設定することで、良好な Q 値と 2 次温度係数が得られる。

#### 【0035】

ところで、本発明の SAW 共振子は、非常に広い温度範囲では 3 次的な温度特性となるが、特定の狭い温度範囲では 2 次特性と見なすことができ、その頂点温度  $T_p$  は電極膜厚  $H/\lambda$  やカット角によって変化する。従って、いくら周波数温度特性が優れていても頂点温度  $T_p$  が使用温度範囲外となってしまうと周波数安定性は著しく劣化してしまうので、実用的な使用温度範囲 ( $-50^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ ) において優れた周波数安定性を実現するには、2 次温度係数だけでなく頂点温度  $T_p$  についても詳細に検討する必要がある。

#### 【0036】

図 5 (a) は、本発明の SAW 共振子においてカット角  $\theta$  を  $-50.5^\circ$  とした時の電極膜厚  $H/\lambda$  と頂点温度  $T_p$  の関係を示している。同図から明らかなように、電極膜厚  $H/\lambda$  を大きくすると頂点温度  $T_p$  は下がり、電極膜厚  $H/\lambda$  と頂点温度  $T_p$  の関係は次の近似式で表わされる。

$$T_p(H/\lambda) = -41825 \times (H/\lambda)^2 + 2855.4 \times (H/\lambda) - 26.42 \quad \dots (1)$$

また、 $-50^\circ$  近傍のカット角においても切片を除けばおおよそ (1) 式が適用できる。

#### 【0037】

また、図 5 (b) は、本発明の SAW 共振子において電極膜厚  $H/\lambda$  を 0.06 とした時のカット角  $\theta$  と頂点温度  $T_p$  の関係を示している。同図から明らかなように、カット角  $\theta$  の絶対値を小さくすると頂点温度  $T_p$  は下がり、カット角  $\theta$  と頂点温度  $T_p$  の関係は次の近似式で表わされる。

$$T_p(\theta) = -43.5372 \times \theta - 2197.14 \quad \dots (2)$$

#### 【0038】

式 (1) 及び式 (2) から電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  とした時に頂点温度  $T_p$  を実用的な使用温度範囲 ( $-50 \sim +125^\circ\text{C}$ ) に設定するには、カット角  $\theta$  を  $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$  の範囲に設定すれば良いことが分かる。

#### 【0039】

また、電極膜厚  $H/\lambda$  とカット角  $\theta$  の双方を考慮する場合、頂点温度  $T_p$  は式 (1) 及び式 (2) から次の近似式で表わされる。

$$T_p(H/\lambda, \theta) = T_p(H/\lambda) + T_p(\theta) = -41825 \times (H/\lambda)^2 + 2855.4 \times (H/\lambda) - 43.5372 \times \theta - 222$$

3.56 . . . (3)

式(3)より、頂点温度 $T_p$ を使用温度範囲( $-50 \sim +125^\circ\text{C}$ )に設定するには、次式で表される範囲に電極膜厚 $H/\lambda$ 及びカット角 $\theta$ を設定すれば良い。

$$0.9613 \leq -18.498 \times (H/\lambda)^2 + 1.2629 \times (H/\lambda) - 0.019255 \times \theta \leq 1.0387 \quad \dots (4)$$

#### 【0040】

このように、本発明ではカット角 $\theta$ が $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$ の範囲にある回転Yカット水晶基板を用い、SAWの伝搬方向がX軸に対してほぼ垂直方向として励振されるSH波を用い、IDTやグレーティング反射器の電極材料をA1またはA1を主とした合金にて構成し、その電極膜厚 $H/\lambda$ を $0.04 < H/\lambda < 0.12$ とすることで、STカット水晶SAWデバイスより小型で、且つQ値が大きく、且つ周波数安定性の優れているSAWデバイスを実現できる。

#### 【0041】

ここで、より最適な条件について検討すると、電極膜厚 $H/\lambda$ は図2よりQ値が2000以上得られる $0.05 < H/\lambda < 0.10$ の範囲に設定するのが好ましい。また、頂点温度 $T_p$ をより実用的な使用温度範囲( $0^\circ \sim +70^\circ\text{C}$ )に設定する為には、カット角 $\theta$ は $-55.7^\circ \leq \theta \leq -50.2^\circ$ の範囲に設定するのが好ましく、更には、式(3)より得られる次式の範囲にカット角 $\theta$ 及び電極膜厚 $H/\lambda$ を設定するのが好ましい。

$$0.9845 \leq -18.518 \times (H/\lambda)^2 + 1.2643 \times (H/\lambda) - 0.019277 \times \theta \leq 1.0155 \quad \dots (5)$$

#### 【0042】

これまで、図1に示すような1ポートのSAW共振子についてのみ言及してきたが、それ以外のSAWデバイスにおいても本発明を適用できる。以下、種々のSAWデバイスの構造について説明する。

#### 【0043】

図6は圧電基板31上にSAWの伝搬方向に沿ってIDT32、33を配置し、その両側にグレーティング反射器34a、34bを配置した2ポートSAW共振子を示しており、1ポートSAW共振子と同じく高いQ値を実現できる。

#### 【0044】

図7は、共振子フィルタの1つの方式としてSAW共振子の音響結合を利用した2重モードSAW(DMS)フィルタを示しており、(a)は圧電基板41上にSAW共振子42を伝搬方向に対して平行に近接配置した横結合型DMSフィルタ、(b)は圧電基板51上にIDT52からなるSAW共振子をSAWの伝搬方向に沿って配置した2ポートの縦結合型DMSフィルタである。前記横結合型DMSフィルタは伝搬方向に対し垂直方向の音響結合を利用し、前記縦結合型DMSフィルタは伝搬方向に対し水平方向の音響結合を利用している。これらDMSフィルタは平坦な通過帯域と良好な帯域外抑圧度が得られる特徴がある。なお、前記縦結合型DMSフィルタは、通過域近傍を高減衰にするためにSAW共振子を接続する場合がある。また、更に高次のモードを利用した多重モードSAWフィルタや、伝搬方向に対し垂直方向と水平方向の双方で音響結合させた多重モードSAWフィルタにも応用できる。

#### 【0045】

図8は、共振子フィルタの別の方式として、圧電基板61上に複数の1ポートSAW共振子62を直列、並列、直列と梯子(ラダー)状に配置してフィルタを構成したラダー型SAWフィルタを示している。ラダー型SAWフィルタは前記DMSフィルタと比較して通過域近傍の減衰傾度が急峻なフィルタ特性が得られる。

#### 【0046】

図9は、トランスバーサルSAWフィルタを示しており、(a)は圧電基板71上にSAWの伝搬方向に沿って入力用IDT72と出力用IDT73を所定の間隔をあけて配置したトランスバーサルSAWフィルタである。なお、前記IDT72、73は双方向にSAWを伝搬させる。また、入出力端子間の直達波の影響を防ぐためにシールド電極74を設けたり、基板端面からの不要な反射波を抑圧するために圧電基板71の両端に吸音材75を塗布する場合がある。トランスバーサルSAWフィルタは、振幅特性と位相特性を別

々に設計可能であり、帯域外抑圧度が高いため I F 用フィルタとして多用されている。

**【0047】**

前記トランスバーサル SAW フィルタにおいて、SAW は伝搬方向に沿って左右に等しく伝搬するためフィルタの挿入損失が大きくなってしまいう問題がある。この問題を解決する手法として、図 9 (b) に示すように電極指配列や電極指幅を変化させることにより SAW の励振及び反射に重み付けを施して SAW の励振を一方向性にした所謂単相一方向性電極 (Single Phase Uni-Directional Transducer: SPUDT) 82、83 を配置したトランスバーサル SAW フィルタがある。SAW の励振が一方向性となるので低損失なフィルタ特性が得られる。また、他の構造として、IDT の励振電極間にグレーティング反射器を配置した所謂反射バンク型トランスバーサル SAW フィルタ等がある。

**【0048】**

以上の種々の SAW デバイスにおいて、圧電基板に回転 Y カット水晶基板のカット角  $\theta$  を結晶 Z 軸より反時計方向に  $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$ 、好ましくは  $-55.7^\circ \leq \theta \leq -50.2^\circ$  の範囲に設定し、弾性表面波の伝搬方向を結晶 X 軸に対し  $90^\circ \pm 5^\circ$  した水晶平板を用い、電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$ 、好ましくは  $0.05 < H/\lambda < 0.10$  の範囲に設定すれば、本発明と同様な効果が得られることは明らかである。

**【0049】**

また、上述の SAW デバイスにおいて、IDT やグレーティング反射器上に  $\text{SiO}_2$  等の保護膜や Al を陽極酸化した保護膜等を形成したり、Al 電極の上部あるいは下部に密着層あるいは耐電力向上等の目的で別の金属薄膜を形成した場合においても、本発明と同様の効果を得られることは明らかである。また、センサ装置やモジュール装置、発振回路等に本発明の SAW デバイスが適用できることは言うまでもない。また、電圧制御 SAW 発振器 (VCSSO) 等に本発明の SAW デバイスを用いれば、容量比  $\gamma$  を小さくできるので周波数可変幅を大きくとれる。

**【0050】**

また、本発明の SAW デバイスは、図 1 に示すような SAW チップとパッケージをワイヤボンディングした構造以外でも良く、SAW チップの電極パッドとパッケージの端子とを金属バンプで接続したフリップチップボンディング (FCB) 構造や、配線基板上に SAW チップをフリップチップボンディングし SAW チップの周囲を樹脂封止した CSP (Chip Size Package) 構造、或いは、SAW チップ上に金属膜や樹脂層を形成することによりパッケージや配線基板を不要とした WLCSP (Wafer Level Chip Size Package) 構造等にしても良い。更には、水晶デバイスを水晶又はガラス基板で挟んで積層封止した AQP (All Quartz Package) 構造としても良い。前記 AQP 構造は、水晶又はガラス基板で挟んだだけの構造であるのでパッケージが不要で薄型化が可能であり、低融点ガラス封止や直接接合とすれば接着剤によるアウトガスが少なくなりエージング特性に優れた効果を奏する。

**【図面の簡単な説明】****【0051】**

【図 1】 本発明に係る SAW 共振子を説明する図であり、(a) は平面図、(b) は IDT の断面図である。

【図 2】 本発明に係る SAW 共振子と従来品の比較を示したものであり、(a) は Q 値及び Figure of merit 及び 2 次温度係数の比較、(b) は周波数温度特性の比較である。

【図 3】 本発明に係る SAW 共振子の電極膜厚  $H/\lambda$  と Q 値との関係を示す。

【図 4】 本発明に係る SAW 共振子の電極膜厚  $H/\lambda$  と 2 次温度係数との関係を示す。

【図 5】 本発明に係る SAW 共振子の電極膜厚  $H/\lambda$  及びカット角  $\theta$  と頂点温度  $T_p$  との関係を示す。

【図 6】 本発明に係る 2 ポート SAW 共振子を説明する図である。

【図 7】本発明に係る DMS フィルタを説明する図であり、(a) に横結合型 DMS フィルタ、(b) に縦結合型 DMS フィルタを示す。

【図 8】本発明に係る ラダー型 SAW フィルタを説明する図である。

【図 9】本発明に係る トランスバーサル SAW フィルタを説明する図であり、(a) に双方向に SAW を励振させる IDT を配置した トランスバーサル SAW フィルタ、(b) に一方向に SAW を励振させる IDT を配置した トランスバーサル SAW フィルタを示す。

【図 10】従来の ST カット 水晶 SAW 共振子を説明する図である。

【図 11】 $-50^{\circ}$  回転 Y カット  $90^{\circ}$  X 伝搬 水晶基板を説明する図である。

【図 12】従来の多対 IDT 型 SAW 共振子を説明する図である。

【符号の説明】

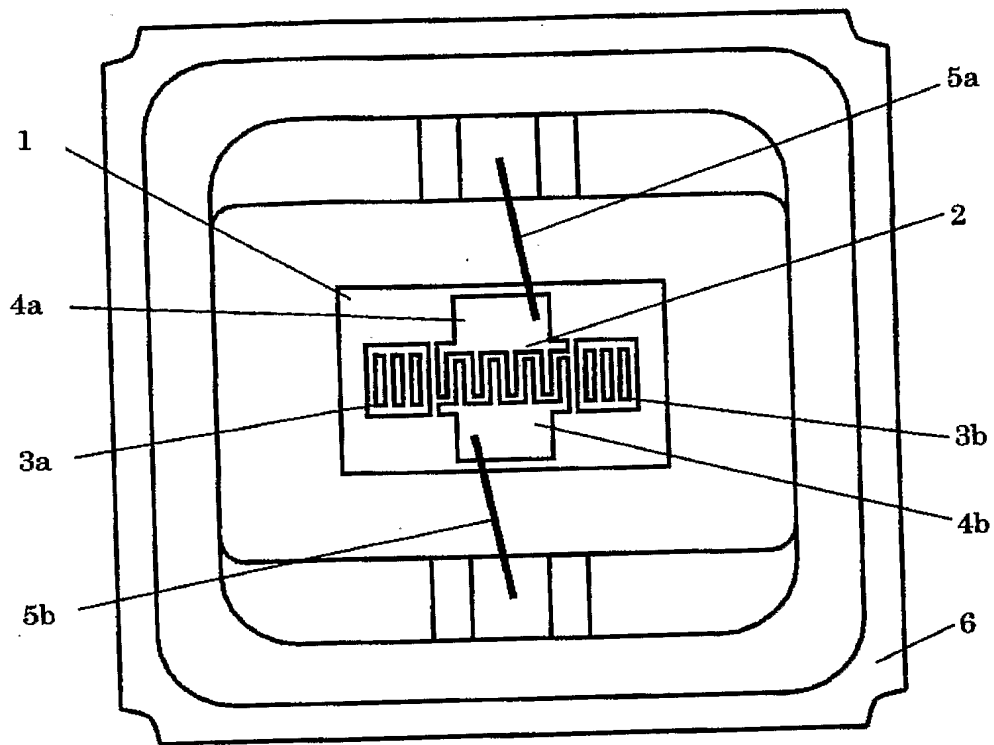
【0052】

- 1 圧電基板
- 2 IDT
- 3 a、3 b グレーティング反射器
- 4 a、4 b 入出力用パッド
- 5 a、5 b 金属ワイヤ
- 6 パッケージ
- 31 圧電基板
- 32、33 IDT
- 34 a、34 b グレーティング反射器
- 41 圧電基板
- 42 SAW 共振子
- 51 圧電基板
- 52 IDT
- 61 圧電基板
- 62 1 ポート SAW 共振子
- 71 圧電基板
- 72 入力用 IDT
- 73 出力用 IDT
- 74 シールド電極
- 75 吸音材
- 82、83 一方向性電極

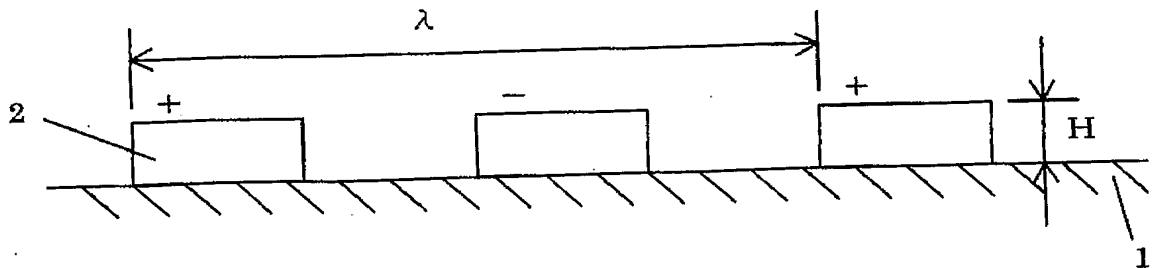
【書類名】 図面

【図 1】

(a)



(b)

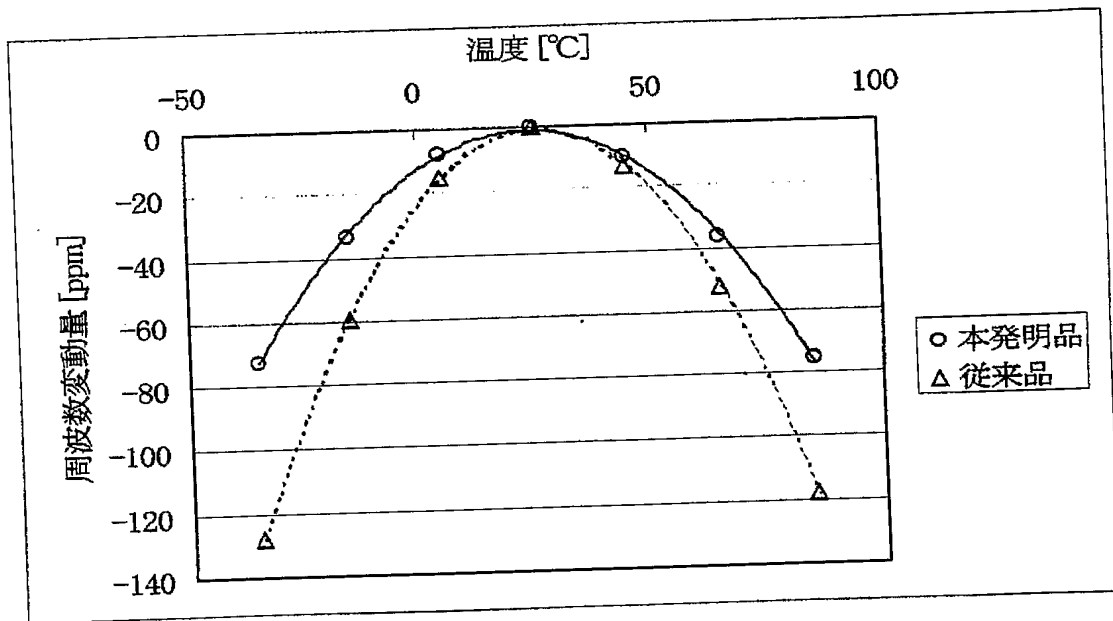


【図 2】

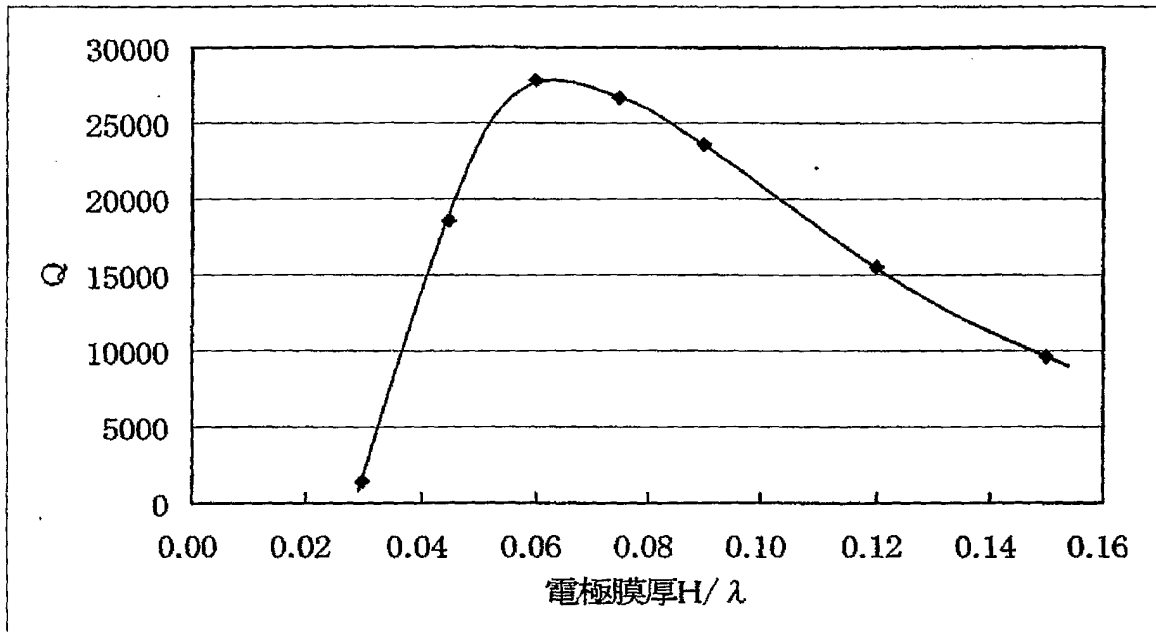
(a)

	本発明品	従来品 (STカット水晶)	単位
Q値	27500	15000	—
Figure of merit	21.2	10.7	—
2次温度係数	-0.020	-0.034	ppm/°C <sup>2</sup>

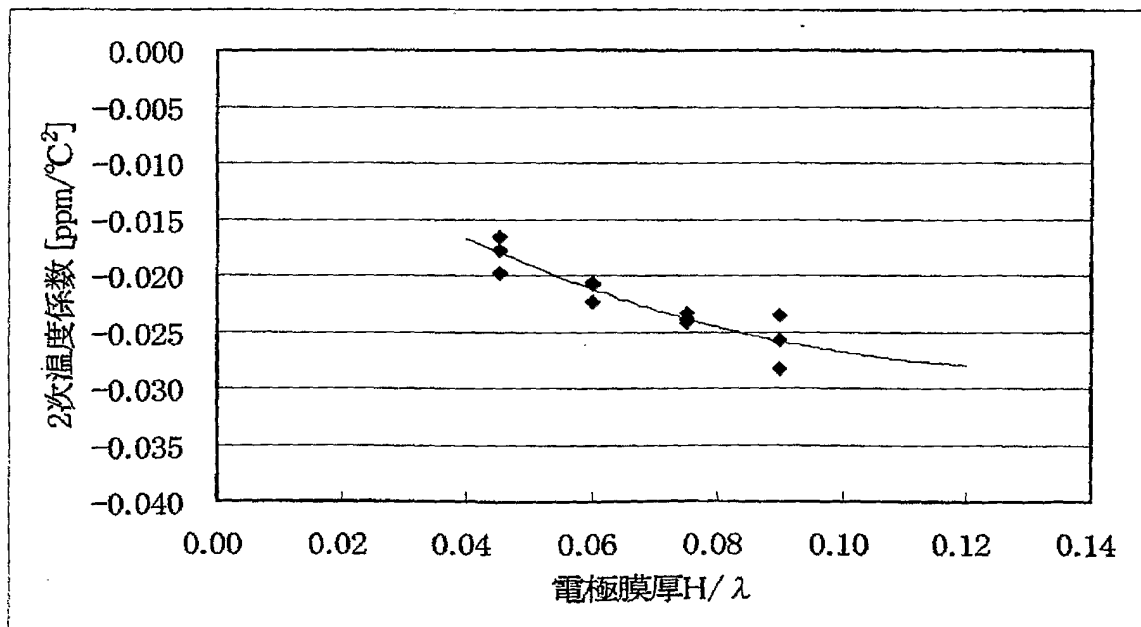
(b)



【図 3】



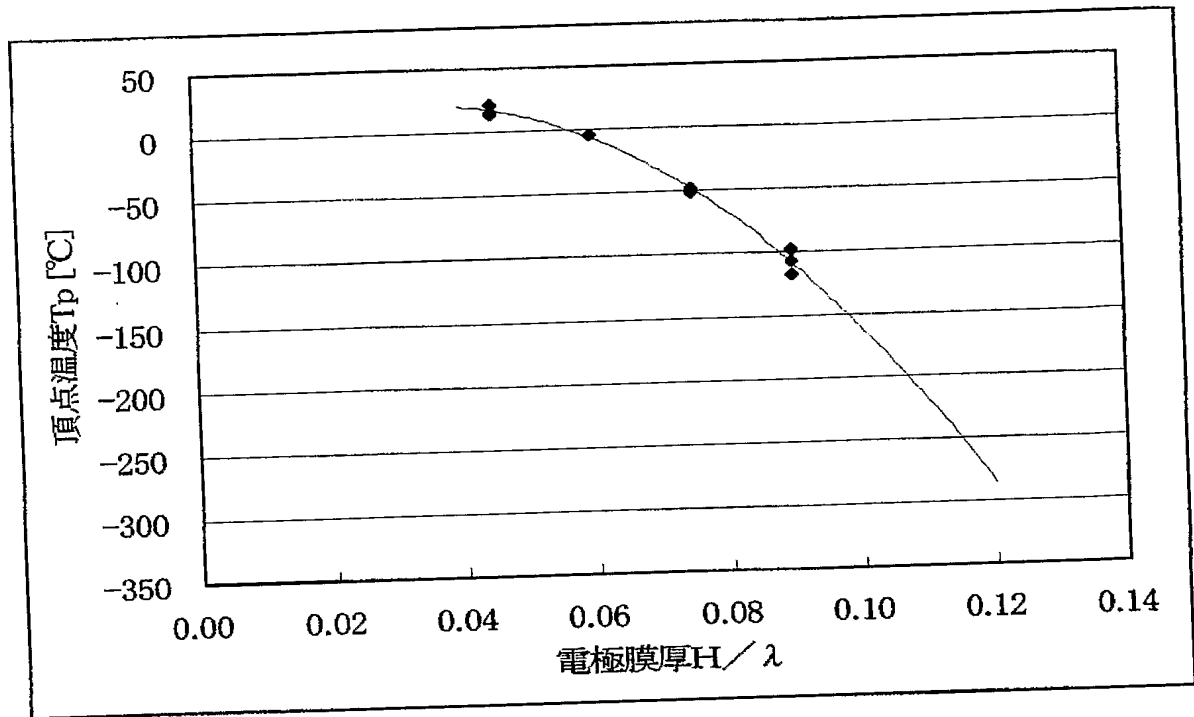
【図 4】



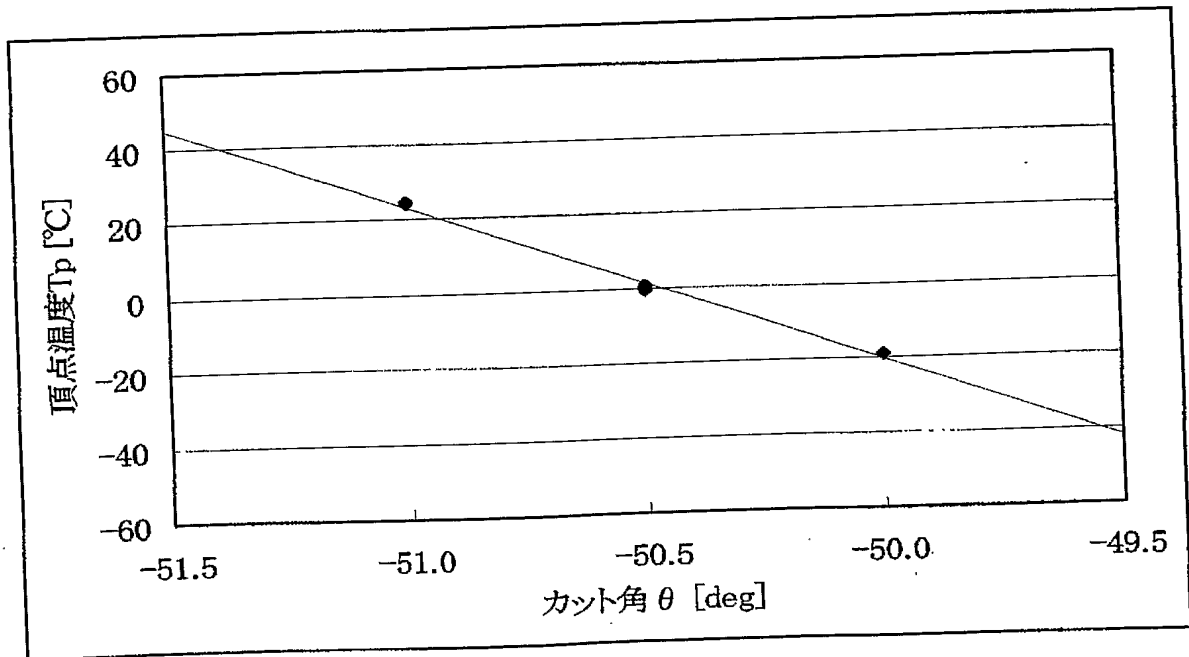


【図 5】

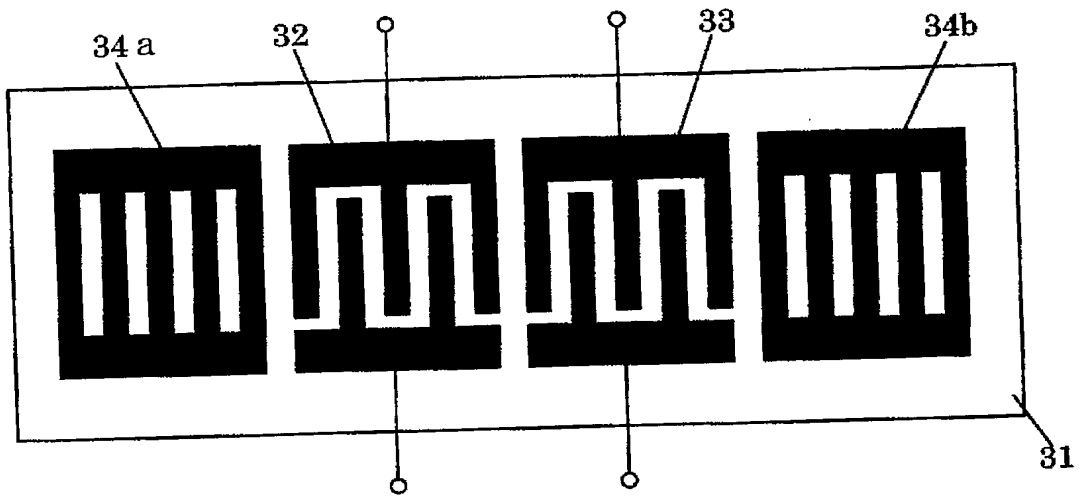
(a)



(b)

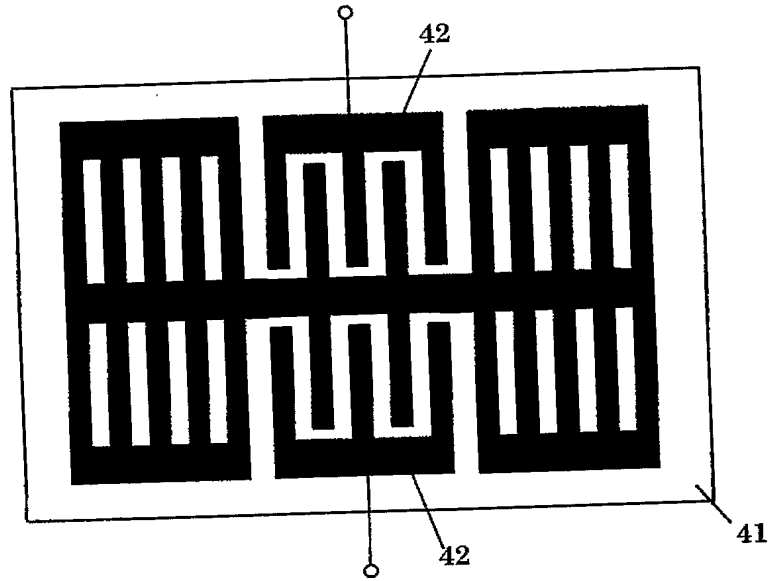


【図 6】

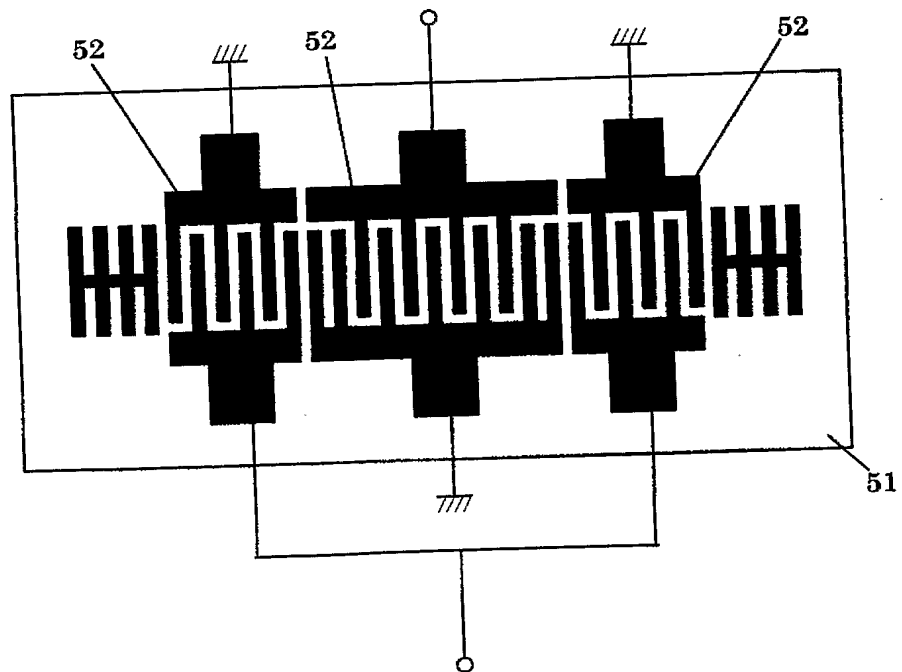


【図 7】

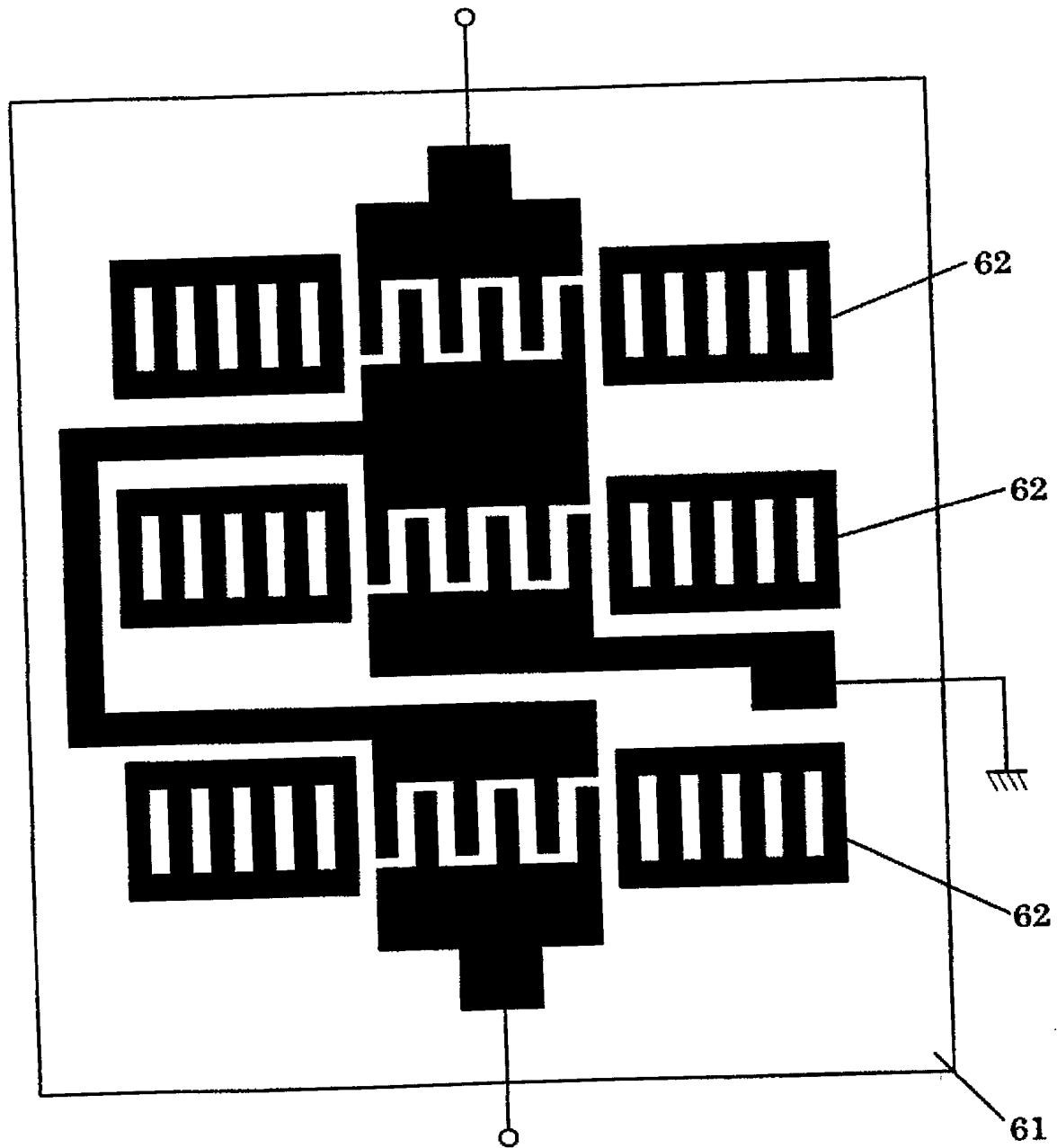
(a)



(b)

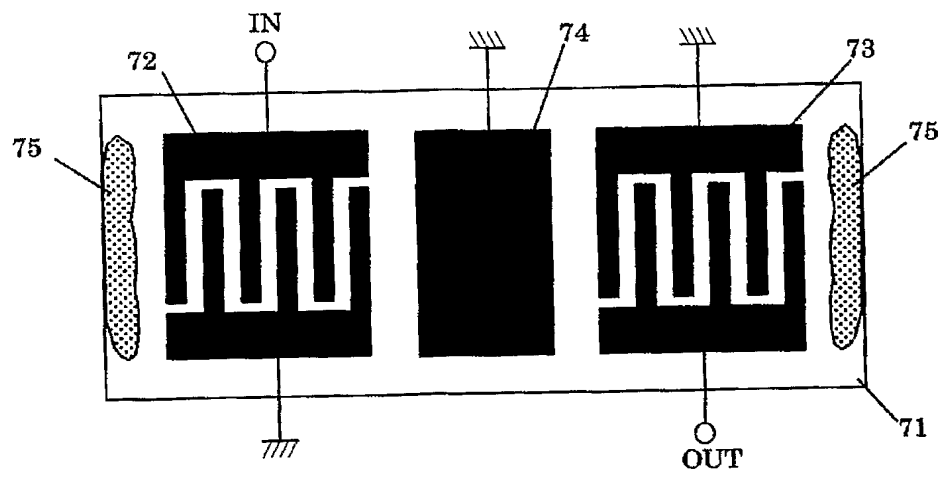


【図 8】

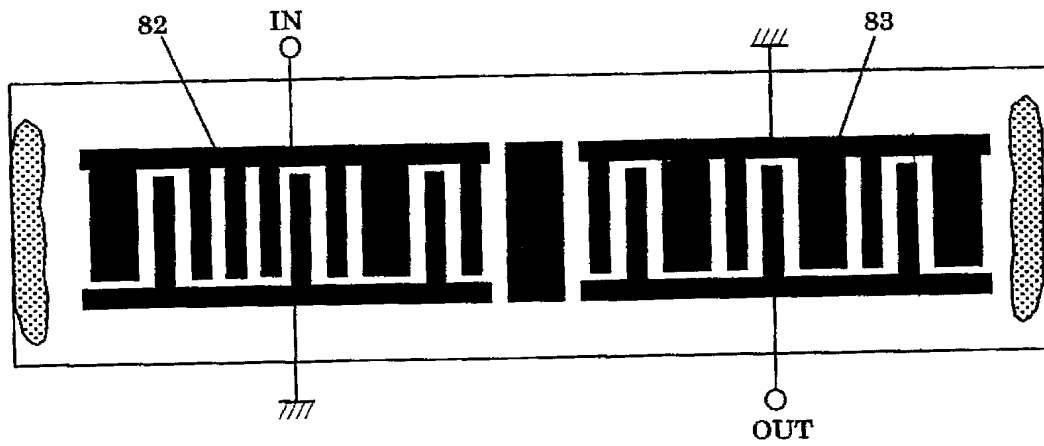


【図 9】

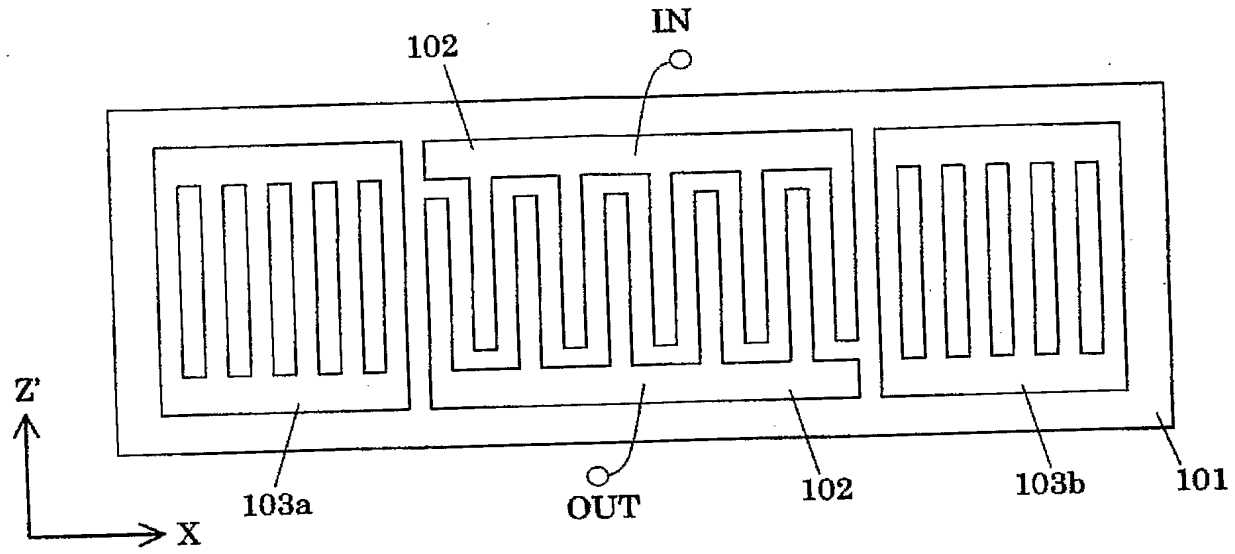
(a)



(b)

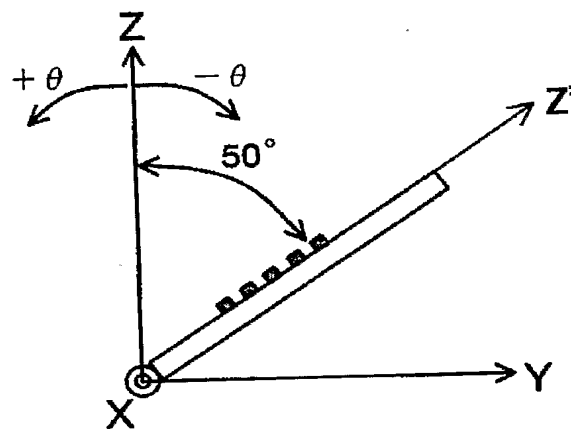


【図10】

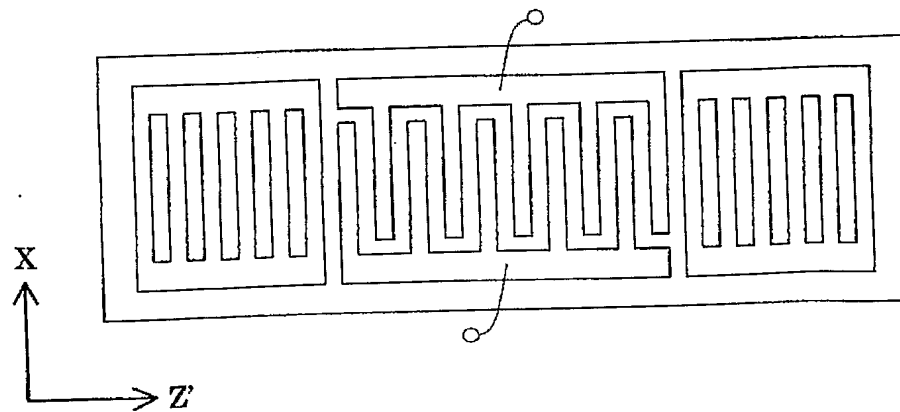


【図11】

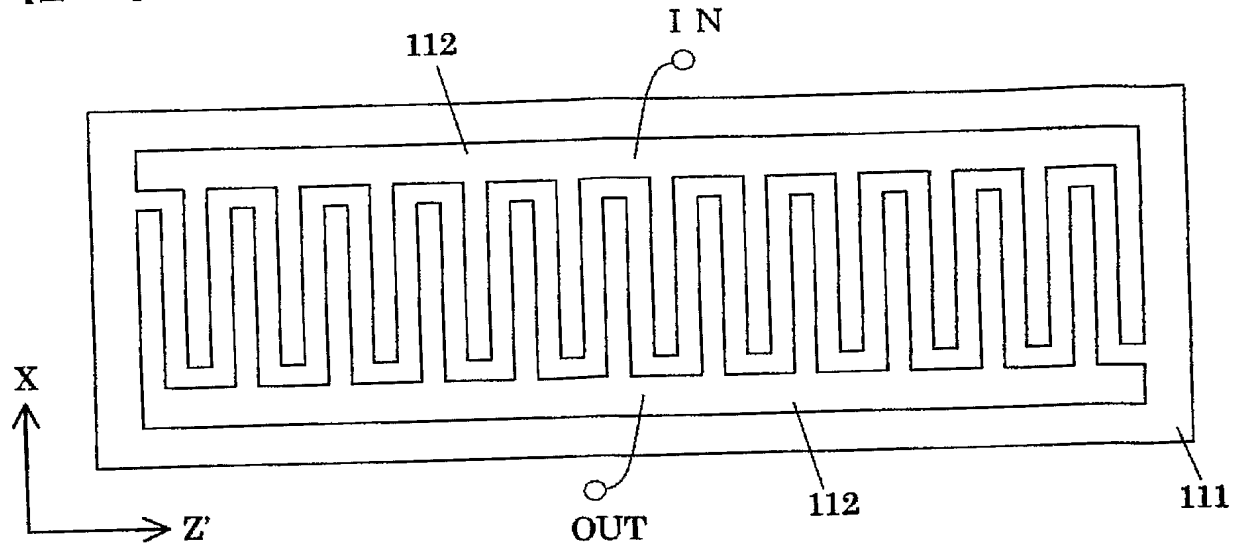
(a)



(b)



【図 12】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 水晶基板を用いた SAW デバイスにおいて、従来構造よりデバイスサイズが小型で、Q 値が高く、周波数温度特性に優れた SAW デバイスを提供する。

【解決手段】 圧電基板 1 上に、それぞれ互いに間挿し合う複数本の電極指からなる IDT 2 と、該 IDT 2 の両側にグレーティング反射器 3 a、3 b を配置する。前記圧電基板 1 は、回転 Y カット水晶基板のカット角  $\theta$  を結晶 Z 軸より反時計方向に  $-59.9^\circ \leq \theta \leq -48.9^\circ$  の範囲に設定し、且つ、弾性表面波の伝搬方向を結晶 X 軸に対し  $90^\circ \pm 5^\circ$  にした水晶平板であり、励振する弾性表面波は SH 波である。また、IDT 2 及びグレーティング反射器 3 a、3 b は Al 又は Al を主成分とする合金からなり、弾性表面波の波長を  $\lambda$  とした時、波長で基準化した電極膜厚  $H/\lambda$  を  $0.04 < H/\lambda < 0.12$  に設定する。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 1 0 8 6 0 8
受付番号	5 0 4 0 0 5 5 0 6 9 1
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 6 年 4 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】

平成16年 4月 1日

特願 200 - 108608

出願人 履歴情報

識別番号

[000003101]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住 所  
氏 名

2002年 6月28日  
住所変更  
神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地  
東洋通信機株式会社